

1. まえがき

橋台や橋脚が異常出水時に流失，傾斜する直接原因は大部分が基礎の洗掘に関係している。国鉄の過去の橋りょう災害を調査した結果，この洗掘も河道の長期的水筋変化や出水時の河床低下などの平均河床面の低下と競合して発生している場合が多いことがわかった。構造物の型式によれば洗掘深が大きくても変状が表面化してこない場合もあり，出水時の洗掘発生を検知および洗掘深の把握は構造物の安定度を評価するためにも重要な問題となっている。ここでは，洗掘河床面の検知方式としてラジオアイソトープを利用した場合の基礎的な実験を行ったので報告する。

2. 実験の目的

γ線密度計を利用する河床洗掘調査法については有泉らによって詳細な研究が行われている。しかし，この方法では使用する線源が大きき取扱資格上の制約を受けるほか，橋脚に接近して取付ける場合の躯体の影響については明らかにされていない。そこで取扱いが簡易なため近年土工管理の分野で利用する機会が増えている低線源のアイソトープを使ったγ線密度計および中性子水分計により，近くにコンクリート工作物が存在する場合でも河床面検知が行えるか検討した。

3. 実験の方法

試験装置としてコンクリート壁厚20cm，縦4m，横4m，深さ1.5mの水槽を使用した。この中を仕切板で3つに区分し，3種類の模擬地盤試料を90cmの厚さで設置した。地盤試料は図1に示す粒度分布をもつ鹿島砂，コンクリート粗骨材，および稻城砂である。山砂の稻城砂は細粒分を含まため，20cm埋め戻す毎に転圧した。測定開始前にコンパネトローメーターで測定した稻城砂地盤のコーン支持力 $K_c$ は3~7 $\text{kg/cm}^2$ であり，非常にゆるい地盤に相当している。各模擬地盤試料の設置条件を表1に示す。各地盤中に外径50mm，長さ3.2m，長さ1.8mのケーシングパイプをパイプ中心がコンクリート壁面から0.5cm，20cm，50cmの距離となるように3本設置した。ケーシングパイプは一般構造用炭素鋼管で，下端に底板を取付けたものである。橋脚躯体の影響を調査するためのコンクリートは試験水槽の厚さ約20cmのコンクリート壁を代用した。

測定装置は土工管理用のコンパクションテスター(図2)で，地盤の密度測定用のγ線密度計と含水量測定用の中性子水分計とが一体化されたパイプ挿入タイプのものを使用した。試験条件は水槽に水を入れない場合と試料上80cmの深さまで水を入れた場合とを設定した。測定はγ線密度計ではシンチレーションカウンター 下端の位置，中性子水分計ではヘリウムカウンターの中心が各測定点にくるようセットし，各測定3回づつ計数するという方法をとった。なお，実験に使用したγ線密度計の線源は $\text{Co-60}$ ， $70\mu\text{Ci}$ ，中性子水分計の線源は $\text{Cf-252}$   $25\mu\text{Ci}$ である。

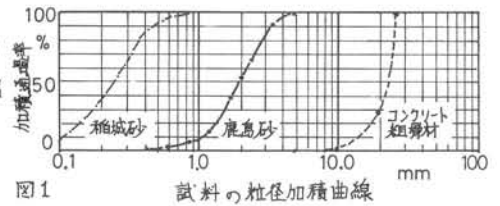


図1 試料の粒径加積曲線

試料名	比重 Gs	間隙比 e	乾燥密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	湿潤密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	採取位置
鹿島砂	2.66	0.61	1.63	2.00	—
コンクリート粗骨材	2.80	0.80	1.56	2.00	—
稻城砂	2.67	0.77	1.51	1.81	表面
		0.85	1.54	1.75	20 cm
		0.78	1.50	1.85	40 cm
		0.78	1.50	1.90	60 cm

表1 \*実験終了後測定

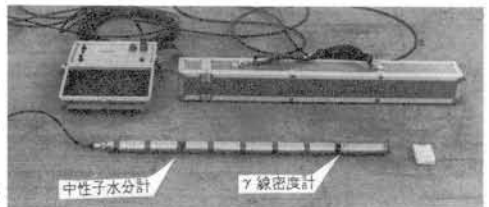


図2

#### 4. 実験結果及び考察

水浸前の地盤試料稲城砂の場合のγ線密度計によるカウント数変化を図3に示す。各地盤試料の乾燥密度が1.5~1.6 g/cm<sup>3</sup>程度であるため、この変化モードからは地盤試料の種類の相違による差異は認められなかった。また空中に露出した部分に比べ地盤中ではコンクリート壁面の影響は少ない。

次に水浸条件でのγ線密度計のカウント数変化の例を図4および図5に示す。水中部分では約30,000cpmであり、地盤中では試料の空隙に水が入りため単位体積重量が増加し、この結果水浸前に比べ7~10%カウント数が低下し、27,000~30,000cpmとなっている。コンクリート壁の影響を受けケーシングパイプを壁に密着させた条件での水中部分のカウント数が約3%低下しているが、この影響も壁から20cm離れたケーシングパイプでは認められない。

水浸条件での中性子水分計のカウント数の変化モードの例を図6および図7に示す。γ線密度計の場合と異なり、水中部分で水浸条件下での壁面の影響を受けて4,000cpm程度低下している。

各地盤中においてはケーシングパイプ位置における試料の間隙率に相当する含水量に対応したカウント数が出力されている。パイプをコンクリート壁面に密着させた条件下では、コンクリート粗骨材で13,000cpm、最も小さな値の鹿島砂で12,000cpm程度であった。いずれの条件においても、地盤面での計数変化は顕著であり、境界面の検出は十分行なえた。

#### 5. まとめ

在来の土工管理用コンパクションテスターによる河床面検出の基礎実験を行なった結果、低線源のγ線密度計、中性子水分計とも水中と地盤との境界の検出が行なえることがわかった。また、ケーシングパイプを構造物の近くに設置することの影響は比較的小さいことがわかった。構造物周辺の地盤の支持力が問題ではなく、単に河床面の検出を行なう場合には水中と地盤中とのカウント数の差が大きくなる中性子水分計を使、たほうが有利と考えられる。実測を行なうには構造物周辺に発生する洗掘孔の傾斜した地盤面の影響を評価する必要が出る。

#### 参考文献

1) 有泉・近藤・森：γ線密度計による河床洗掘調査，土木研究所報告 No. 123, 1965

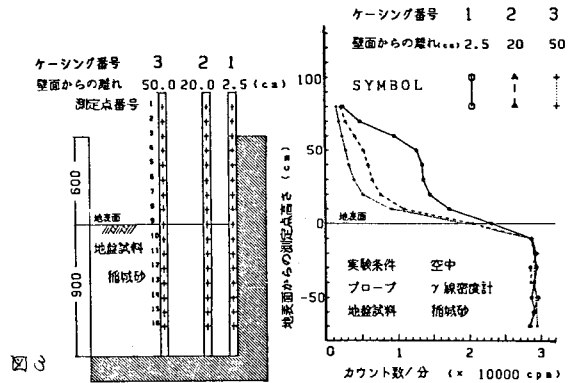


図3

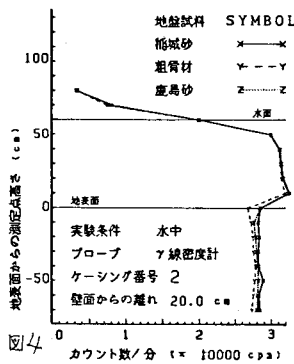


図4

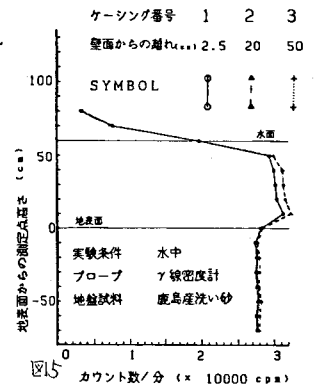


図5

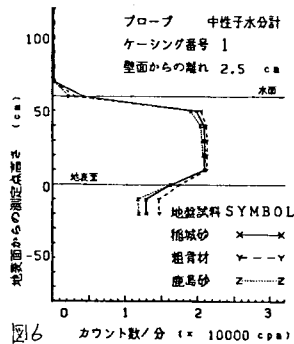


図6

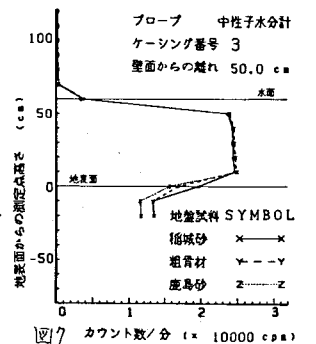


図7